



02 - Framework Conceitual da Internet das Coisas

Módulo de Internet das Coisas

- Prof^a. Nídia Glória da Silva Campos



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO CEARÁ



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO





IA

Objetivos da Aula

- Apresentar frameworks conceituais da IoT
- Tecnologias por trás da IoT
- Conhecer os níveis de abstração: sensores, redes, gerenciamento e serviços (estudo de caso)
- Demo-Lab: Simulação de rede de computadores tradicionais



IA

Internet das Coisas: Framework Conceitual Simples [1]

Equação 1:

Objeto Físico+Controlador, Sensor, Atuador+Internet = Internet das Coisas

- Um **framework** organiza ideias de maneira estruturada para poderem ser reusadas quando necessário.
- Um **framework genérico da IoT** consiste em um número de dispositivos enviando dados a um centro de dados ou a um servidor em nuvem ou em uma empresa.
 - Um framework genérico da IoT usado nas aplicações e processos de negócios da visão IoT é mais complexo do que aquele representado na Equação 1.



IA

Internet da Coisas: Framework Conceitual Genérico [1]

Equação 2:

Coletar + Enriquecer + Gerenciar + Obter + Analisar = Internet das Coisas com conectividade com centro de dados, servidor em nuvem ou em uma empresa

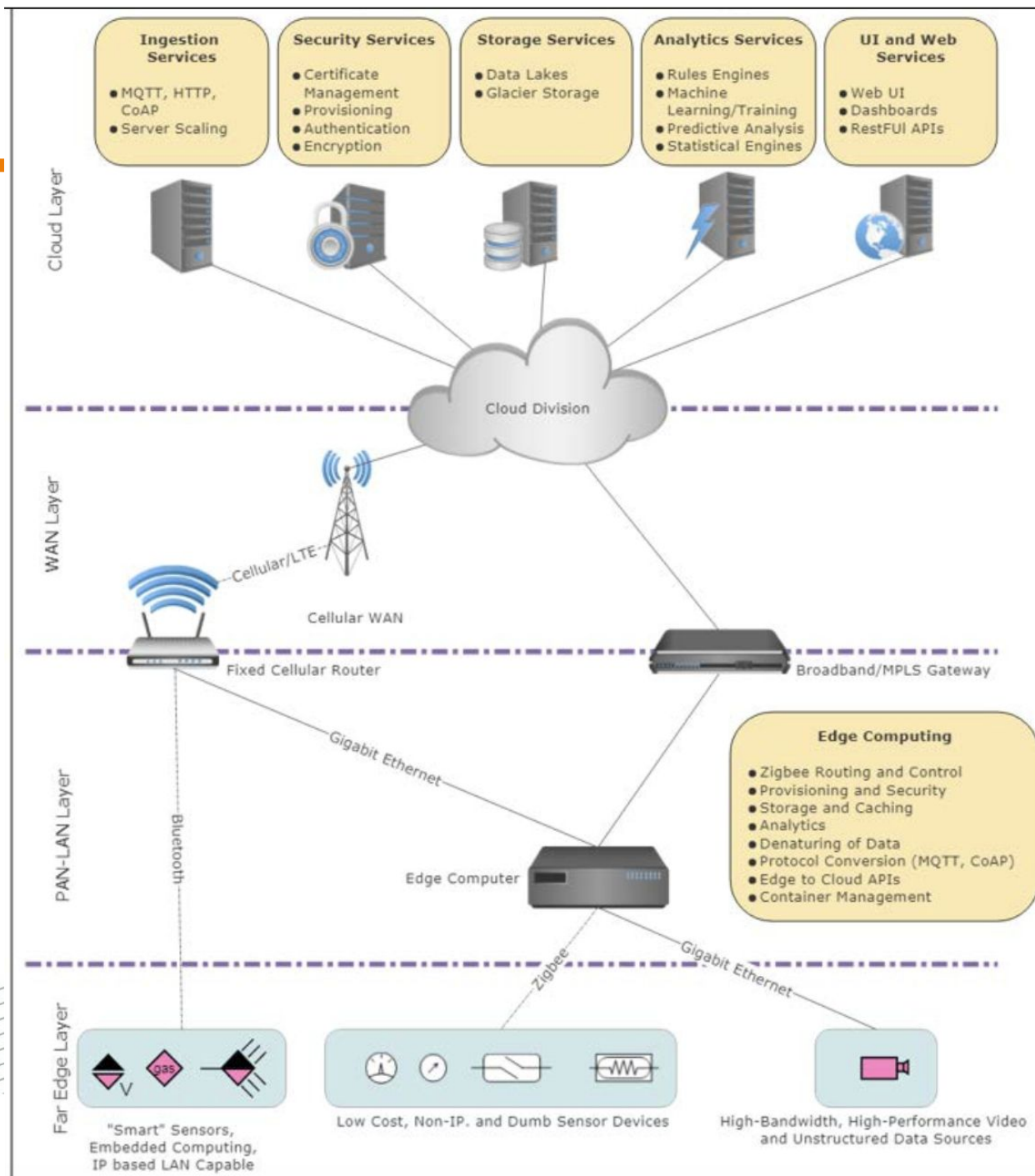
- Geralmente, IoT consiste em dispositivos interconectados e objetos físicos onde um número de objetos podem coletar dados em locais remotos e se comunicar com unidades de gerenciamento, armazenamento, organização e análise de dados usados em processos e serviços.
- **Sugerido pela Oracle**, compreende os seguintes passos:
 - Nível 1: dispositivos com sensores (coisas) geram dados ou coletam dados da Internet.
 - Nível 2: dados são codificados ou decodificados para serem transmitidos
 - Nível 3: gerenciamento da comunicação: envio e recebimento de dados
 - Nível 4: gerenciamento de dispositivos, identificação e acesso
 - Nível 5: armazenamento de dados
 - Nível 6: análise de dados para os processos de negócios e inteligência



IA

Framework Conceitual [2]

- composto por blocos e componentes
- consiste 4 níveis
- dados são obtidos de locais remotos em um banco de dados
- processos e serviços precisam que os dados sejam gerenciados, coletados, organizados e analisados





IA

Internet das Coisas: Framework Conceitual [2]

- **Sensores, atuadores e sistema físicos:** sistemas embarcados, sistemas operacionais em tempo-real, fontes de geração de energia, MEM
- **Sistema de comunicação de sensores:** WPAN - Wireless personal area networks (0 a 100 m), comunicação com baixo consumo energético e velocidade, não baseados no IP
- **Redes locais (LAN - Local Area Network):** baseado no IP, Wifi, estrela, P2P
- **Agregadores, roteadores e gateways:** provedores e fabricantes
- **Redes longa distância (WAN-Wide Area Network):** celular, satélite, LoRA, Sigfox (low power WAN)
- **Computação de borda:** conversão WPAN para WAN, protocolos de roteamento
- **Nuvem:** IaaS, PaaS, SaaS banco de dados, pacotes de análise de dados, processamento em stream e batch
- **Análise de dados:** lida com grandes volumes de dados e extração de valores através de técnicas de processamento complexo de eventos, análise estatística, rule engine e aprendizagem de máquina
- **Segurança:** fim-a-fim, endurecimento da borda, criptografia, autenticação, autorização e contabilidade - AAA



IA

Tecnologias da Internet das Coisas [1, 2]

Projeto de um sistema IoT

1. **Hardware, Bateria e gerenciamento de energia:** microcontroladores, SoC, chip customizado
2. **Software:** firmware, Apps, Web, API
3. **Sistema de comunicação:** tipo de rádio, pilha de protocolos que permitem a interconexão entre dispositivos e objetos físicos/coisas com servidores remotos na Internet
4. **Plataformas de Nuvem:** gerenciamento de dados/dispositivos, segurança, autenticação, armazenamento e desenvolvimento de produtos,
5. **Processamento de dados:** análise descritiva, análise preditiva e descoberta de conhecimento



Exemplos

- **Hardware:** Arduíno, Raspberry Pi, Intel Galileo, ESP32
- IDE para desenvolvimento de software, firmware e APIs
- **Protocolos:** RPL, CoAP, HTTP, RESTFul, HTTP, MQTT
- **Acesso à rede:** RFID, Ethernet, Bluetooth, Wifi, Zigbee, LoRA, Wi-SUN
- **Backbone da rede:** IPv4, IPv6, 6LowPAN
- **Software:** RIOT OS, Contiki OS, Thingsquare Mist firmware
- **Plataforma de Nuvem:** AWS, Azure, Firebase, Things IO
- Software e algoritmos de aprendizagem de máquina



IA

Exemplo de estudo de caso [2]

Estudo de Caso: cuidados paliativos de telemedicina

- mais de 500 pacientes com mais de 70 anos cada
- cuidados especiais para medir os sinais vitais do paciente
- os pacientes não têm conexão com Internet banda larga

Requisitos

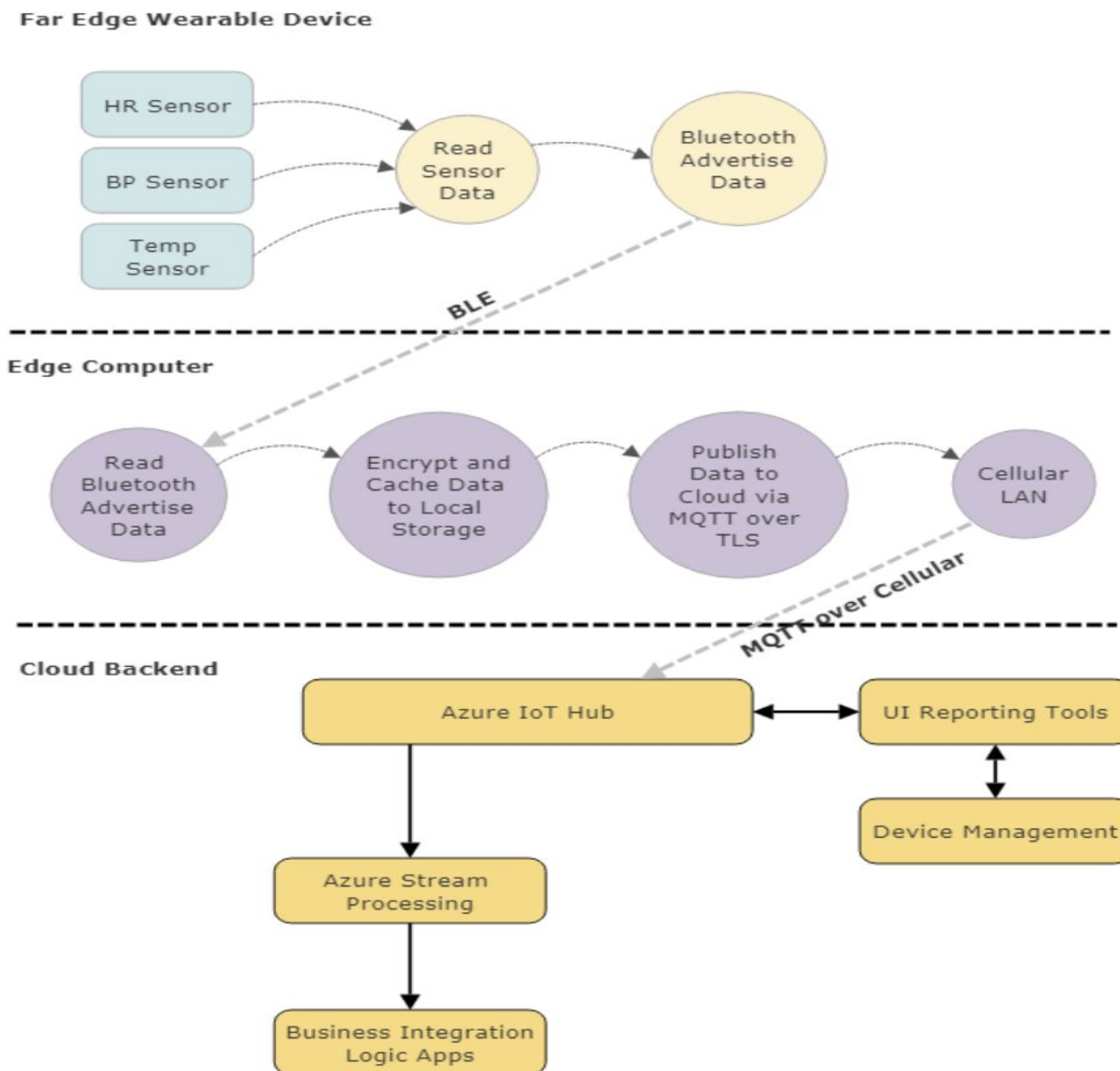
- cada paciente possui um **dispositivo wearable** para monitorar batimento cardíaco, oxigenação do sangue, movimento, temperatura e quantidade de passos
- necessidade de um **equipamento para medir** pressão do sangue, nível de glicose, peso, temperatura corporal
- o sistema IoT deve enviar os dados vitais para serem visualizados em uma central de operações
- o sistema deve rastrear do paciente no evento de falha de energia
- o dispositivo wearable deve ter um **botão de emergência, comunicação de áudio**
- **KPI (key Performance Indicator):** reduzir a necessidade de enfermeiros em casa de 3 horas por dia para apenas 2 horas enquanto aumenta a qualidade de saúde dos pacientes



IA Implementação [2]

Sistema IoT baseado em 3 componentes

- **Far Edge Layer**
 - dispositivo wearable: wireless
 - ferramentas de medição: wireless ou não
- **Near Edge PAN-WAN Layer**
 - dispositivo portátil ou não para enviar dados para Internet
- **Cloud Layer**
 - ponto de agregação de armazenamento, registro e gerenciamento dos dados dos pacientes da clínica (>500)
 - visualização em dashboard
 - rule engine: constrói mecanismos baseados em regras que analisam limites de uma variável e disparam eventos quando são excedidos.





IA

Implementação [2]

1. Ler dados de sensores integrados
2. Difundir (broadcast) os dados em pacotes de anúncio BLE (Bluetooth Low Energy) ao computador de borda (edge)
3. O sistema da borda gerencia a PAN (Personal Area Network) e recupera, criptografa e armazena localmente os dados em um evento.
4. O sistema de borda envia os dados da rede local BLE para a Internet via rede celular através de mensagens MQTT sobre a pilha de comunicação TCP/IP.
5. Na plataforma Azure IoT Hub, os dados são recebidos por um subscriber MQTT.
6. Em seguida, os dados são autenticados e reunidos através da Stream Analytics Engine e encaminhados para Logic Apps onde os web-services vão processá-los



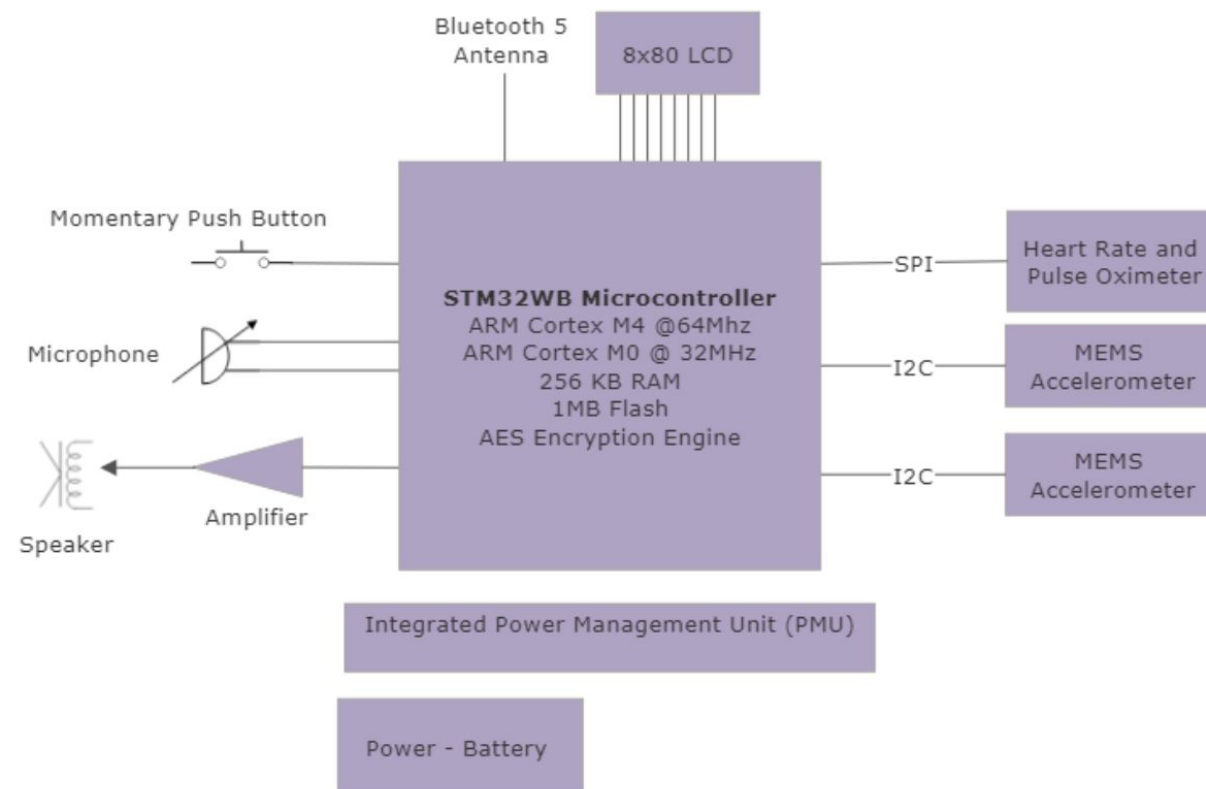
Caso de Uso	Escolhas	Descrição detalhada
wearable monitor do paciente	cinto, colar, pulseira	manter a integridade sob vários parâmetros ambientais como submersão na água, frio, calor, umidade etc.
wearable monitor vital	TI AFE4400: batimento cardíaco e oxímetro de pulso	monitor médico de batimento cardíaco, sensor de oxigenação do sangue
	ST Micro MIS2DH Medical Grade MEMS: acelerômetro	sensor de movimento e pedômetro
	Maxim MAX30205: sensor de temperatura corporal humana	sensor médico de temperatura
botão de emergência	botão de empurrar/push com led	O botão deve deixar de ser pressionado, mas sem criar eventos falsos positivos. A luz deve piscar quando a situação de emergência for ativada.
sistema de controle da borda	ST Micro STM32WB: microcontrolador	O sistema é a interface dos sensores e comunicação PAN. contém hardware de rádio e codecs de áudio.
Microfone	Knowles SPU0410LR5: áudio, microfone e amplificador	comunicação bidirecional em um evento de emergência.



IA

Arquitetura de Hardware: Projeto dos dispositivos de borda [2]

Caso de Uso	Escolhas	Descrição detalhada
Sistema de energia	bateria de li-ion wearable	Deve ter recarga para vários dias, alertar paciente e clínica quando tiver com baixa carga. Deve ser recarregável ou substituível.
Pareamento	Bluetooth , Zigbee, Wi-Fi	Precisa de métodos de pareamento e se associar aos atributos wearable no hub PAN-LAN doméstico.



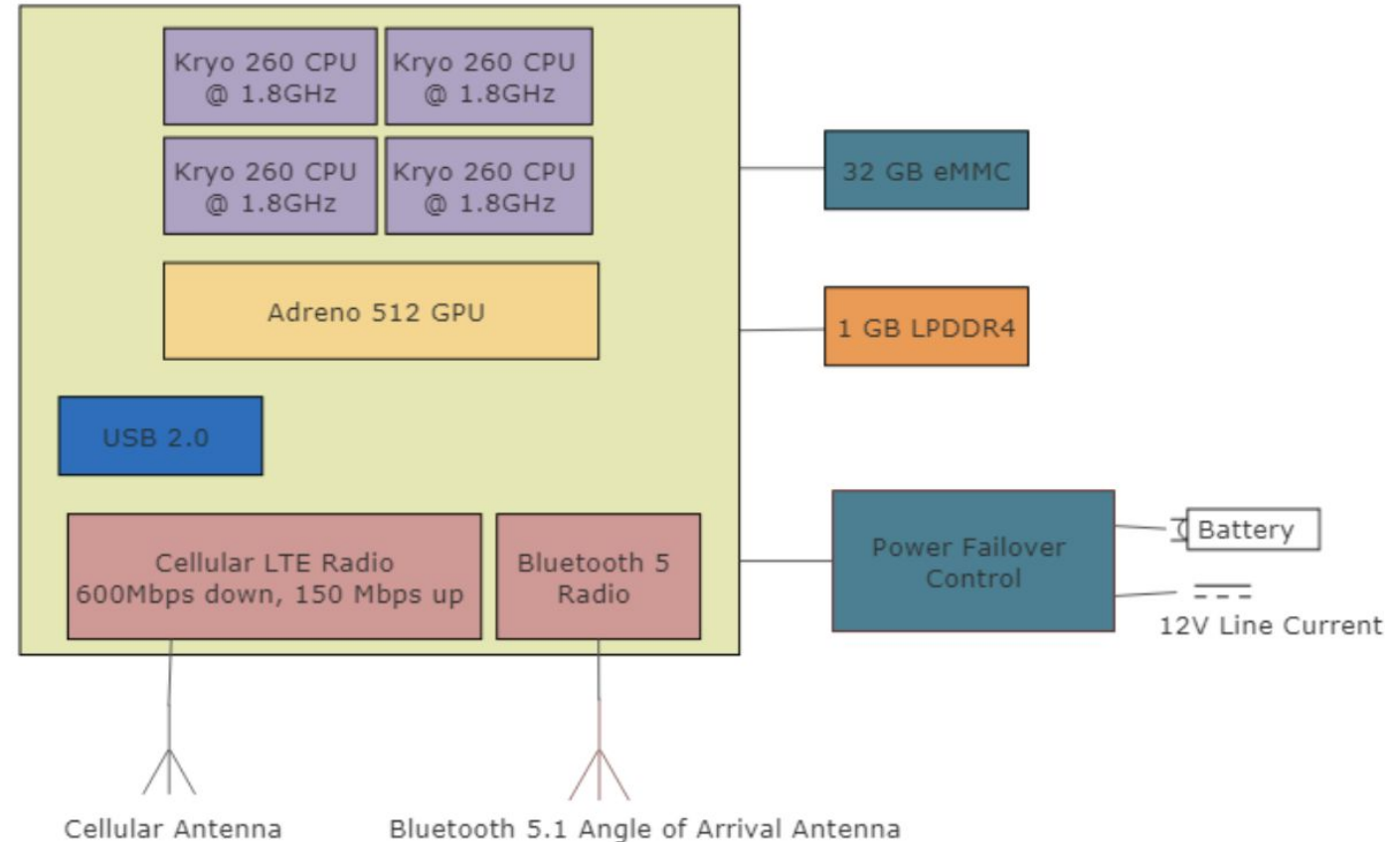
- o dispositivo wearable deve ser robusto, durável e confiável
- pulseira porque fica mais perto da pele
- BLE-Bluetooth Low Energy: comunicação de 5 a 100 metros



IA

Arquitetura de Hardware: Projeto do PAN-WAN Layer [2]

- computador de borda, gateway e roteador
- pode ser um smartphone, mas neste projeto mais econômico baseado no Linux, SoC (System on chip) Inforce 6560
 - processador Snapdragon 660 com uma CPU Qualcomm Kryo 260
 - 3GB de LPDDR4 RAM onboard
 - 32 GB de armazenamento eMMC
 - uma interface de cartão microSD
 - rádio Bluetooth 5.0
 - rádio Wifi 802.11n/ac 2.4 GHz e 5Ghz
- conectado a um nobreak (UPS)

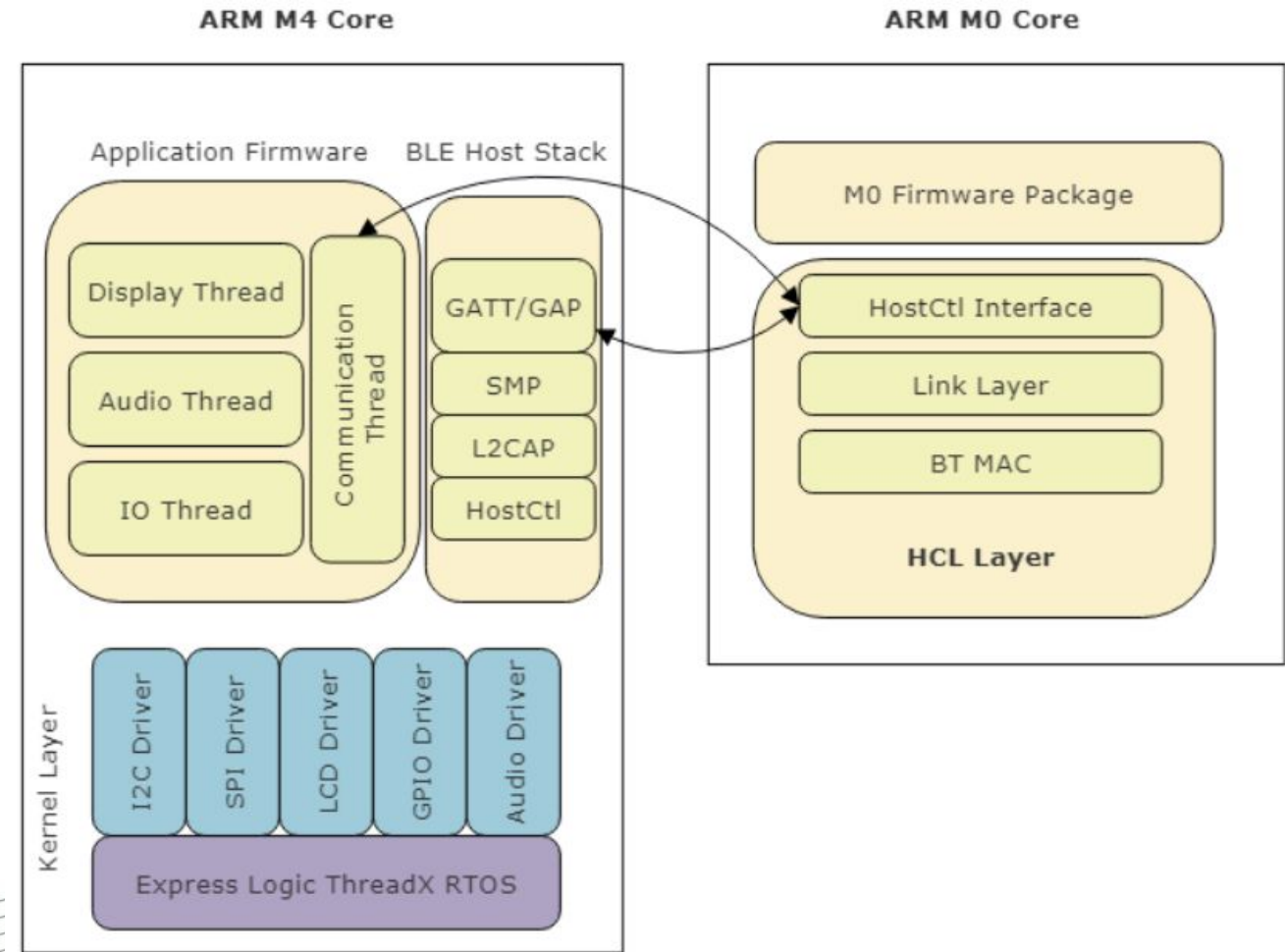




IA

Arquitetura de Software: Sistema Wearable [2]

- A estrutura do software precisa ser compatível com o hardware escolhido
- Como o microcontrolador STM32WB é dual core, temos dois sistemas para gerenciar:
 - ARM M4 core: firmware
 - ARM M0 core: I/O do Bluetooth
- Sistema Operacional: ThreadX da Express Logic (comercial, moderno)
- Dois processos que hospedam numerosas threads para display, microfone, I/O, sensores de batimento cardíaco e movimento e a pilha Bluetooth



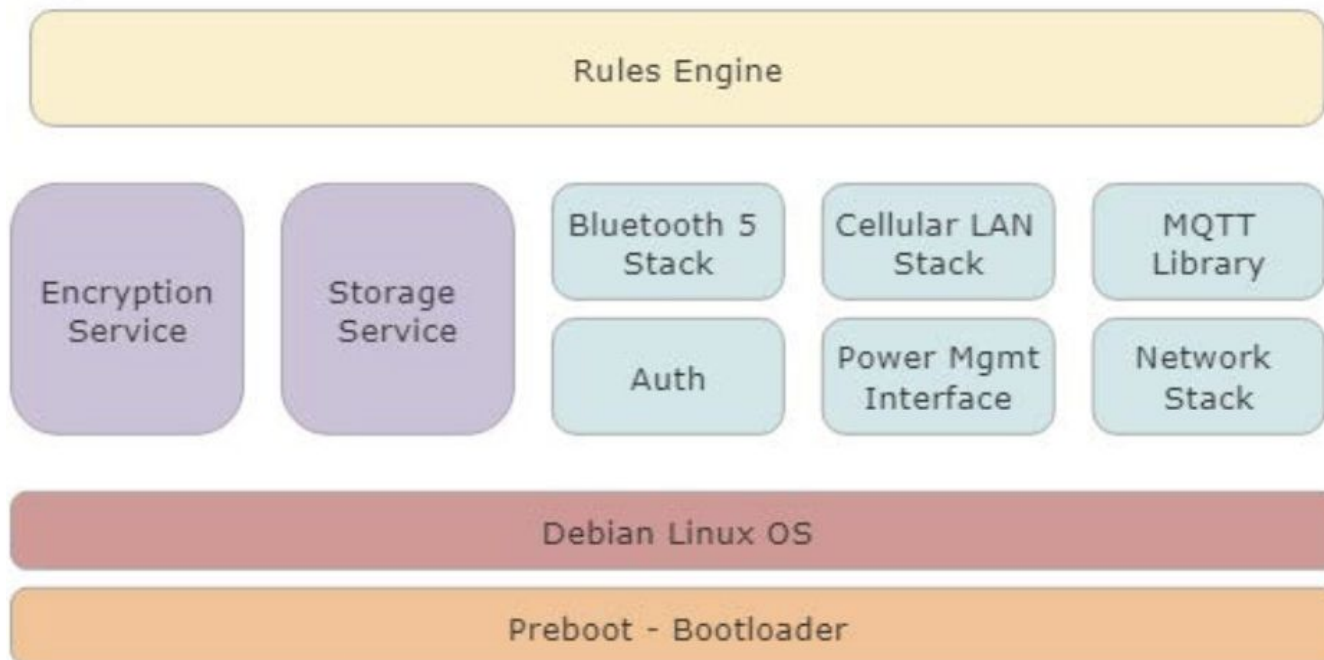


IA

Arquitetura de software: Computador de borda [2]

- hardware com mais processamento
- pilha TCP/IP completa
- roteamento e comunicação WAN
- serviço de criptografia e armazenamento, upgrade de firmware failsafe
- RTOS: baseado no Debian
- oferece coordenação entre o dispositivo wearable e nuvem através da rule engine

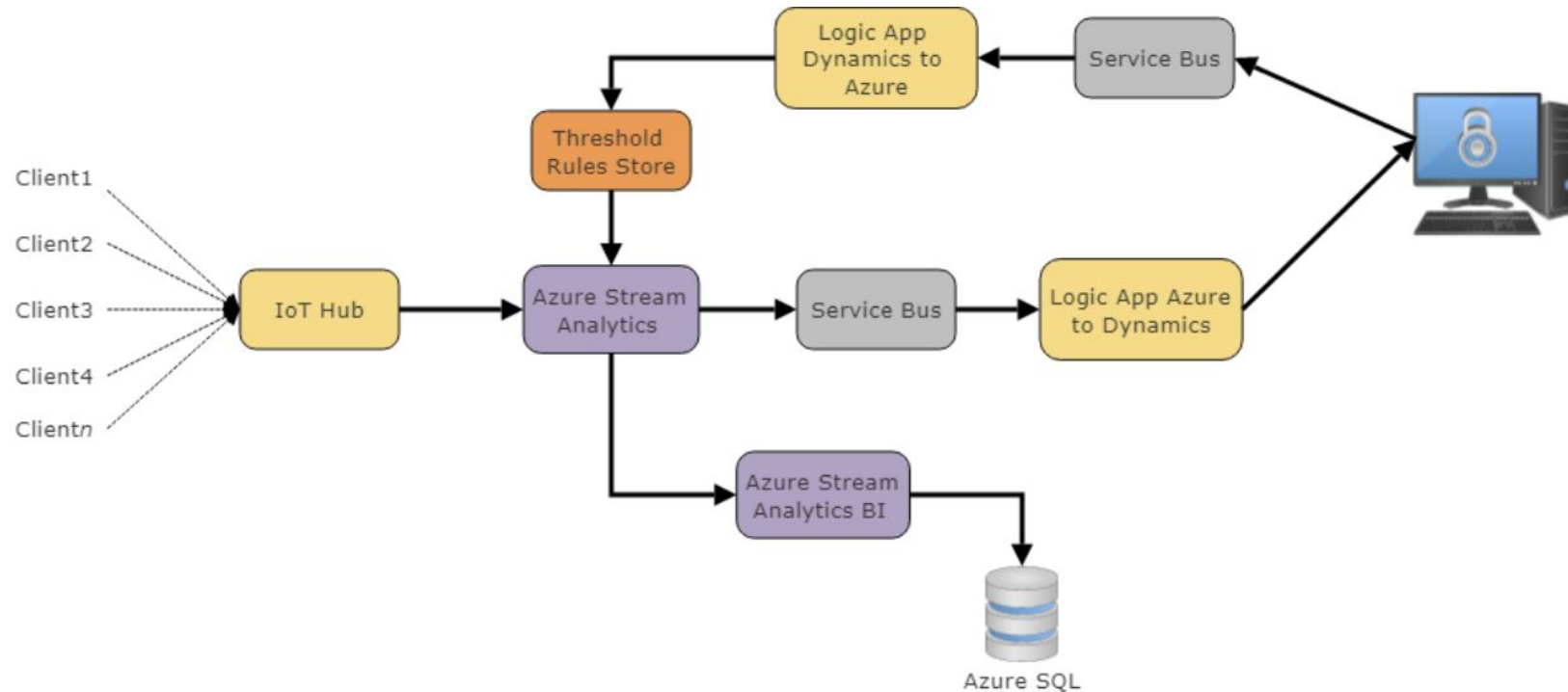
Edge Software Stack





IA

Arquitetura de Software: Cloud Layer: Azure IoT [2]



- IoT Hub: recebe stream de dados de centenas de fontes autenticadas (sistemas e pacientes da borda)
- Stream Analytics: análise de dados em tempo real
- Azure SQL Database: reuni dados para serviço de inteligência de negócios e armazenamento (quase ilimitado)

- Event Bus: responde a eventos e falhas na forma de fila
- Logic App Dynamics to Azure
 - roteia dados ao dispositivo IoT
- Logic App Azure to Dynamics
 - responde aos dados que chegam
- Dynamics 365 Interface: permite a visibilidade de eventos IoT, criação de dashboards, frameworks web e alerta celular e smartphone



IA

Demo-Lab: Simulação de redes de computadores tradicionais

NetAcad-> Introdução à Internet das Coisas [3]

- 1.1.1.8 Packet Tracer - Implantação e cabeamento de dispositivos
- 1.1.2.5 Packet Tracer - Criar uma rede simples





IA

Referências Bibliográficas

- [1] Kamal, R. Internet of Things: Architecture and Design Principles. 2017. McGraw Hill Education (India) Private Limited.
- [2] Lea, P. IoT and Edge Computing for Architects - Implementing edge and IoT systems from sensors to clouds with communication systems, analytics, and security. 2ª ed. 2020.
- [3] Cisco NetAcad. Introdução à Internet das Coisas. 2018. Link de inscrição: <<https://www.netacad.com/portal/web/self-enroll/m/course-1697806>>

Dúvidas?

Módulo de Internet das Coisas



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO CEARÁ



Instituto Iracema
PESQUISA E INOVAÇÃO



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

